



Coordinamento Agende 21 Locali Italiane

CITTA' RESILIENTI

L'adattamento dei sistemi urbani al cambiamento climatico

LINEE DI INDIRIZZO

per i Piani d'Azione locale per l'energia sostenibile e il clima

Premessa

Con questo documento prosegue il lavoro del Coordinamento Agende 21 Locali Italiane per sostenere e promuovere l'azione delle città e dei territori per ridurre le emissioni di gas serra clima alteranti e combattere gli impatti locali del cambiamento climatico. Il Coordinamento, quale struttura di supporto per la promozione del **Patto dei sindaci** e l'implementazione dei **Piani d'azione per l'efficienza energetica (PAES)**¹ ha da tempo avviato una serie di progetti volti a sviluppare esperienze, tecniche e azioni a sostegno degli enti locali. I Progetti South-EU Urban ENVIPLANS, CHAMP, LAKS, LACRe, Sustainable NOW, IDEMS e MUSEC WATACLIC, finanziati dal Programma Europeo Life plus, integrano i molteplici aspetti della pianificazione climatica e della gestione integrata dell'ambiente urbano.²

Più in generale, con il percorso **Il clima delle città**,³ avviato nel 2008, su proposta del Gruppo di Lavoro *Città Sostenibili*, il Coordinamento ha messo a punto indicazioni utili alla *governance* locale in materia di clima urbano. Con la **Carta e impegni delle città e dei territori per il clima** sono stati individuati punti utili a definire obiettivi e strategie da concretizzare attraverso i PAES, previsti dal Patto dei Sindaci. Con il successivo **Documento di indirizzo, Dal Patto al Piano**, sono stati esplicitati i processi in capo alle amministrazioni locali, che aderiscono al Patto dei Sindaci, per facilitare il percorso di costruzione e poi di attuazione del proprio PAES.

Punto qualificante e innovativo del *Documento* è l'opportunità di trasformare i PAES da piani essenzialmente energetici in **Piani d'azione per l'efficienza energetica e il clima (PAESC)** che puntano all'implementazione di una più completa politica climatica locale. Tale approccio, fortemente raccomandato dall'Unione Europea nei suoi documenti, non è esplicitato nelle Linee Guida alla base del format proprio dei PAES.

Il PAES delineato dalle Linee Guida, in coerenza con il Patto dei Sindaci, promosso dalla Direzione Energia della Commissione Europea, indica obiettivi generali e specifici da tradurre con il Piano in misure e azioni concrete, misurabili e verificabili a scala locale e utili alle rispettive comunità. L'uso intelligente dell'energia, il risparmio energetico, la produzione di energia da fonti rinnovabili, una mobilità più sostenibile costituiscono un'importante contributo alla riduzione delle emissioni dei gas, che influiscono sul cambiamento climatico globale. Nello stesso tempo, possono contenere in modo sensibile la spesa energetica degli enti pubblici, delle famiglie e delle imprese, alleggerendo la sempre più onerosa dipendenza energetica dell'Italia. La riduzione delle emissioni, contribuisce infine in modo determinante a migliorare la qualità dell'aria che, combinata con i cambiamenti climatici e in particolare al riscaldamento delle città, provoca rilevanti impatti sanitari, soprattutto nelle fasce più esposte e deboli della popolazione. Tutto ciò può inoltre favorire investimenti nell'innovazione tecnologica, creando nuove opportunità di impresa e di lavoro, verso uno sviluppo economico sostenibile.

In realtà, le azioni di riduzione delle emissioni (**mitigazione**) si accompagnano a quelle, soprattutto in alcuni territori, necessarie ad adeguarli al cambiamento climatico in atto (**adattamento**), sia di origine naturale o generato dalle attività umane. La riduzione delle emissioni locali di gas serra ha effetti globali. L'adattamento gestisce gli impatti del *climate change* globale a scala locale. Il cambiamento climatico e in particolare il *global warming* accentua la fragilità dei territori e dei sistemi urbani, a fronte di ricorrenti eventi meteorici

¹ La Covenant of Mayor è stata promossa dalla Direzione Energia della Commissione UE nel 2007. www.covenant

² www.a21italy.it

³ www.cittasostenibile.it, il clima delle città

estremi. L'adattamento punta a ridurre i danni causati dai loro impatti. Mitigazione e adattamento sono campi d'azione per una politica urbana integrata del clima e dell'ambiente.

Se la mitigazione può essere prodotta da azioni locali, che però devono rientrare in politiche più ampie *di sistema* (politiche nazionali per la produzione, la distribuzione e l'uso di energia, mobilità, incentivi per l'efficienza e le fonti rinnovabili, ecc.), l'adattamento è un tema di primario carattere locale in quanto, i problemi indotti dal *climate change* assumono declinazioni diverse da territorio a territorio e necessitano una risposta articolata e flessibile delle comunità, in termini di azioni di difesa, pianificazione urbanistica, organizzazione sociale.

Queste *Linee di indirizzo per Città resilienti* intendono, con il metodo e le finalità già adottate per il *Documento di indirizzo Dal Patto al Piano*, favorire l'integrazione nella pianificazione climatica locale delle diverse azioni di mitigazione e adattamento, tenuto conto delle difficoltà emerse nei comuni ad assumere tale prospettiva.

1. L'adattamento nel contesto globale ed europeo.

Con il termine adattamento possiamo tentare di definire, in modo sintetico, la capacità di un organismo, nel nostro caso particolarmente complesso come una città, di modificare strutture fisiche e sociali, al fine di assicurare qualità della vita e dell'ambiente, a fronte delle maggiori vulnerabilità territoriali prodotte dal *climate change*, che ne aumentano la pericolosità, data l'interferenza con l'intensa presenza antropica.

Quella che viene definita la **città resiliente**, *resilient city*,⁴ non si adegua semplicemente, ma cambia costruendo risposte sociali, economiche e ambientali nuove, per resistere nel lungo periodo alle sollecitazioni dell'ambiente e della storia. In tal senso la resilienza è una componente necessaria per lo sviluppo sostenibile, ovvero durevole, agendo in via prioritaria sui modelli organizzativi e gestionali dei sistemi urbani. Le città sostenibili sono città resilienti.

Nel corso dei millenni le città hanno cercato di adattarsi ai mutamenti storici e climatici incombenti, avendo i mezzi e il tempo per farlo. In alcune aree il cambiamento è stato tale, per forza e rapidità, da costringere all'abbandono dei luoghi costruiti dall'uomo. Processi più lenti hanno in alcuni casi consentito l'adeguamento, mentre il progressivo venire meno delle condizioni climatiche favorevoli al ciclo agricolo, irrimediabilmente alterato, ha minato le basi economiche della comunità. Eventi estremi hanno reso impraticabile il permanere o il ripristino di attività umane e con la loro fine è finita la città.

Il problema dell'adattamento al cambiamento climatico in atto, e in particolare al **global warming** è stato declinato nel quadro planetario, prevalentemente in relazione alla minaccia alle attività agricole, alle risorse idriche, alle condizioni sanitarie, al turismo, alle coste più esposte al possibile innalzamento del livello dei mari e all'intrusione salina. Lo scioglimento dei ghiacci polari e dei ghiacciai montani sconvolge elementi alla base del sistema climatico globale, come la deforestazione. Alluvioni ricorrenti e desertificazione, impoverimento dei suoli sono diverse facce del clima che cambia, con effetti contraddittori a scala globale e regionale. Più esposte al riscaldamento globale sono le popolazioni e le attività antropiche nel Sud-Est Asiatico, delle aree Sub-Sahariane, degli arcipelaghi composti da atolli; quindi a questi temi e a queste regioni la comunità internazionale e gli stessi paesi interessati, hanno giustamente posto più attenzione. Le conseguenze del cambiamento climatico, le guerre e la profonda iniquità sociale portano ogni anno milioni di persone ad abbandonare villaggi e regioni più falcidiate dagli effetti degli

⁴ Il concetto di resilienza è da tempo largamente utilizzato nelle scienze sociali

eventi climatici estremi, verso aree più protette e verso i paesi ricchi, moltiplicando le sofferenze e le ingiustizie.

Sono di fatto assenti nel confronto internazionale le problematiche dei contesti urbani delle aree economicamente sviluppate, ma esposte, come nel Mediterraneo. Gli episodi drammatici del tornado Katrina negli Stati Uniti, dei megaincendi in California e in Australia e altri eventi catastrofici più o meno direttamente riconducibili al cambiamento climatico, confermano la fragilità e l'esposizione dei sistemi urbani, anche nei paesi ricchi, e la necessità di una specifica strategia climatica urbana.

Nel Marzo 2008 la COP 13 ha definito, con il *Bali Action Plan*, una prima serie di impegni e di obiettivi di carattere molto generale. Successivamente, sulla base di adesioni volontarie degli stati più esposti ha preso avvio il "*Dialogue on Land and Water Management for Adaptation to Climate Change*", che nell'Aprile del 2009 a Nairobi ha prodotto un primo *Statement*, fissando alcuni principi guida e raccomandazioni tra i quali la costruzione della resilienza, in particolare nel governo del suolo e dell'acqua, sempre con riferimento alla grande scala.

Nel 2007 l'Unione Europea ha prodotto un **Libro Verde** con analisi e indicazioni agli stati membri e impegni per le politiche comunitarie. Viene ribadita la necessità di integrare le azioni di mitigazione e di adattamento in una unica strategia tematica sul clima. Il Libro Verde fa riferimento ad alcune criticità che sempre più potranno toccare: le disponibilità di acqua dolce, di cibo, la biodiversità e gli ecosistemi, le coste e la salute, senza riferimenti specifici alle città. Tra le aree più vulnerabili sono indicate quella del Mediterraneo e delle Alpi, le zone costiere e le pianure alluvionali.

Nell'aprile 2009 la Commissione presenta un **Libro Bianco** (*White paper - Adapting to climate change*), per aumentare la resilienza di tutti gli ecosistemi verso un *Framework for Action on Adaptation*. Solo nella successiva Risoluzione del Parlamento europeo del 6 maggio 2010 sul Libro Bianco della Commissione, si fa un sintetico cenno agli *ambienti urbani* (punto 79). La Commissione non ha invece efficacemente collegato le politiche per la mitigazione e l'adattamento, lasciando aperta la questione se e come le due politiche debbano essere integrate a livello locale.

A conclusione del primo congresso delle città del mondo sull'adattamento al cambiamento climatico svolto nel 2010 a Bonn, le *Resilient cities* presenti (22) di 19 Paesi hanno richiamato l'importanza del ruolo dei governi locali per combattere gli impatti del clima e ridurre i conseguenti disastri, sostenendo la campagna "Fare Città Resilienti" ed esprimendo in 10 punti le proprie posizioni rivendicando un ruolo specifico nel contesto internazionale.

2. I possibili impatti nell'area continentale.

I documenti comunitari sottolineano che molti settori economici dipendono enormemente dalle condizioni climatiche e risentiranno direttamente delle conseguenze del mutamento del clima a livello di attività e di imprese: nell'agricoltura, silvicoltura, pesca, turismo estivo e invernale e sanità. Una minore disponibilità di acqua, i danni prodotti dal vento, temperature sempre più elevate, l'aumento degli incendi e le maggiori pressioni esercitate dalle malattie agrarie causeranno danni alle foreste. L'aumento della frequenza e dell'intensità di eventi estremi come le tempeste, le forti precipitazioni, le inondazioni del mare e le alluvioni improvvise, la siccità causeranno maggiore instabilità dei suoli, danneggiando edifici, infrastrutture industriali e di trasporto, impegnando così i settori dei servizi finanziari e assicurativi. Anche danni che colpiscono regioni al di fuori dell'UE possono avere ripercussioni notevoli sulla sua economia: ad esempio la riduzione delle forniture di legname per l'industria di trasformazione europea, o

l'aumento degli *ecoprofughi*. La variazione delle condizioni climatiche inciderà in vario modo, per esempio, sul settore energetico e sui modelli di consumo dell'energia. Alcuni effetti sono evidenti.

- Nelle regioni dove diminuiranno le precipitazioni e dove le estati secche saranno più frequenti, risulterà ridotto l'afflusso di acqua necessaria per la produzione di energia idroelettrica.
- Le portate dei fiumi saranno alterate dal diverso andamento delle precipitazioni e, nelle zone di montagna, dalla minore copertura di ghiaccio e neve, con maggiori rischi di erosione.
- La domanda di riscaldamento scenderà, ma aumenterà il rischio d'interruzioni della fornitura di energia elettrica poiché il calore estivo incrementerà la domanda di condizionamento e, dunque, il fabbisogno di elettricità.
- Il rischio più elevato di tempeste e alluvioni potrà danneggiare le infrastrutture energetiche e della mobilità.

Importanti infrastrutture di trasporto con cicli di vita lunghi, come le autostrade, le ferrovie, le vie navigabili, gli aeroporti, i porti e le stazioni ferroviarie, sono sensibili ai fenomeni atmosferici e climatici, come lo sono le loro modalità operative e i mezzi di trasporto che le utilizzano, e sono dunque interessate dai cambiamenti climatici.

Altro rilevante ambito degli impatti climatici è quello della biodiversità, con alterazioni importanti in ambito faunistico e botanico, con forme di “inquinamento biologico” determinato dai mutamenti di condizioni climatiche degli habitat.

Tutti questi elementi dimostrano che i cambiamenti climatici, pur potendo avere qualche aspetto positivo presentano in prevalenza impatti negativi. I costi economici e sociali di tali impatti sono ben superiori ai costi necessari a condurre azioni positive di adattamento e prevenzione. La sintesi proposta evidenzia tutti i possibili costi del “non fare” a fronte di danni crescenti alle persone e alle infrastrutture.

ICLEI Europe ha costituito un Adaptation Working Group per elaborare azioni e diffondere buone esperienze. Il Progetto AMICA di *Climate Alliance* punta a definire un quadro di pratiche replicabili per l'adattamento.

3. Il cambiamento climatico nelle città italiane e la *governance* climatica.

Il cambiamento climatico, e specificatamente il riscaldamento globale, colpisce in vario modo l'area Mediterranea. Aumento della temperatura del mare, processi di tropicalizzazione, che favoriscono la migrazione e la contaminazione delle biodiversità di altri continenti collegati in vario modo, naturalmente o artificialmente, al Mediterraneo, sono aspetti ormai noti e studiati.

Il suolo è esposto all'impoverimento fino alla desertificazione, che si fa più estesa, in relazione anche alle politiche agricole adottate. Gli eventi estremi: siccità, tempeste, forti precipitazioni accentuano la fragilità idrogeologica del nostro territorio e ne moltiplicano le conseguenze. La forte antropizzazione del nostro Paese, la diffusione di insediamenti storici in aree instabili e lo sviluppo urbanistico dell'ultimo mezzo secolo, spesso sconsiderato e non governato hanno prodotto una disseminazione insediativa su versanti esposti a fenomeni franosi, in aree soggette a esondazioni di piccoli torrenti, provocando nelle pianure la riduzione dell'efficacia del sistema scolante.

La modifica del regime delle precipitazioni condiziona in molti territori la disponibilità della risorsa idrica, soprattutto se l'acqua per uso potabile e irriguo è prelevata dalla rete idrografica superficiale. Aree per le quali l'approvvigionamento idrico era considerato sicuro o almeno

sufficiente, sono oggi esposte a criticità nel periodo estivo, con il rischio aggiuntivo che l'eccesso di prelievi dalla rete idrografica comprometta il deflusso minimo vitale dei corsi d'acqua e di conseguenza la tutela della biodiversità.

Soprattutto nell'area Mediterranea si registrano sensibili mutamenti nell'andamento delle correnti marine e nella ventosità in alcune aree: cambia l'intensità e la direzione delle correnti e dei venti prevalenti. Ciò costituisce un ulteriore problema connesso all'erosione marina delle coste e nell'impatto sulle città costiere.

Tra gli effetti specifici del *global warming* nelle aree urbane vi sono poi le **isole di calore**. Nelle città dense, con edifici stretti e alti, costruiti con materiali a elevata conduttività termica e attraversate da strade asfaltate, non sempre adeguatamente ombreggiate, si accumula una notevole quantità di energia termica, che la struttura urbana non riesce a smaltire, soprattutto nelle situazioni di modesta ventosità. Aumenta il differenziale termico tra aree urbane dense e le circostanti zone rurali e soprattutto nelle ore notturne la città, *caricata di energia*, resta calda.

In alcune aree del Paese il riscaldamento della città può presentare qualche vantaggio nei consumi termici del ciclo stagionale, nella produzione di calore, a fronte di inverni più miti, ma nelle estati aumenta la durata e l'intensità del ricorso al raffrescamento artificiale, prodotto con energia elettrica. Tale tecnica aumenta i consumi e quindi le emissioni di gas serra, se non si ricorre a fonti a zero emissioni. Il condizionamento termico, estivo e invernale, con impianti tradizionali, comporta inoltre lo scarico all'esterno delle abitazioni di maggiore calore.

Altro aspetto rilevato, associato alle più alte temperature urbane, è il maggiore inquinamento dell'aria, comunque particolarmente intenso nelle città. Si registra l'aumento dell'ozono troposferico e della concentrazione degli inquinanti e dei loro effetti sanitari combinati con quelli delle alte temperature. Sono anche registrati aumenti sensibili di BVOC.

Il mutamento delle condizioni bioclimatiche, le più alte temperature enfatizzano patologie esistenti e sviluppano patologie prima assenti come quelle associate ai climi tropicali.

Le città hanno quindi due fronti specifici d'intervento, che richiedono un cambiamento di approccio e di cultura nella vita della città, nella gestione dei sistemi urbani e nelle loro strutture fisiche: **vulnerabilità dei territori**, che accresce la minaccia agli insediamenti e alla attività antropiche e **peggioramento del confort climatico**, per i cittadini, dovuto al cambiamento del microclima urbano.

In questo contesto l'azione delle città e dei territori è ostacolata da una congiuntura economica e politica, che rende estremamente difficile perseguire obiettivi concreti di adattamento. Il quadro nazionale delle politiche ambientali e per le aree urbane è assolutamente carente. Se da un lato le città vengono private di risorse economiche per investimenti strategici e della possibilità di farlo anche dove sarebbe possibile, a causa dei noti meccanismi perversi del 'patto di stabilità', dall'altro mancano del tutto normative a sostegno delle politiche urbane.

Da troppo tempo le città attendono una nuova legge in materia urbanistica che renda, per esempio, esplicitamente legittime operazioni perequative a vantaggio della realizzazione delle dotazioni ecologiche urbane e di politiche per la tutela del territorio. Allo steso modo mancano strategie di coordinamento nazionale sulle politiche di mitigazione ed adattamento ai cambiamenti climatici. Anche sui temi energetici l'incertezza nelle politiche nazionali ha prodotto effetti destabilizzanti sul mercato e disorientamento negli enti locali.

Particolarmente carenti, negli ultimi decenni, sono poi state le azioni nazionali per la sicurezza dei territori, a fronte dei diffusi e noti rischi idraulici e idrogeologici. In Italia vi sono ancora ampie aree, dove le trasformazioni urbanistiche hanno seguito solo in parte una pianificazione coerente e sono perciò fortemente esposte. Questa precisazione a chiarire che tante città italiane svolgono, con scarse risorse e pochi indirizzi specifici, il loro ruolo e in parte suppliscono a quello di altri livelli istituzionali, a differenza di quanto avviene in altri paesi europei. La crisi economica ha rallentato le iniziative di trasformazione del territorio degli enti pubblici e dei soggetti privati, alle quali possono essere collegate azioni di adattamento, come gli interventi di riqualificazione urbana. Ci troviamo perciò di fronte ad un periodo congiunturale di estrema difficoltà e incertezza, che rende più ardua la pianificazione di lungo periodo.

Anche per queste ragioni la *governance* per l'adattamento può utilmente fare leva su alcuni strumenti:

- adottare il modello del PAES, ovvero del piano di azione, che assume attività precise da realizzare e monitorare con partner e risorse individuate in modo da evitare propositi generici;
- coinvolgere i cittadini e i portatori di interesse per raggiungere gli obiettivi del piano, come prevedono gli strumenti propri di Agenda 21;
- coordinare, in sede di pianificazione delle trasformazioni del territorio, i progetti e le risorse da questi generate, finalizzandoli alla manutenzione e alla sicurezza del territorio.

4. Il *global warming* e le isole di calore

La tendenza al surriscaldamento del Pianeta e quindi delle città è largamente documentato. Nello specifico urbano il *global warming* potrebbe accentuare un fenomeno noto e studiato: l'**isola di calore** (*Urban Heat Island* – Geiger 1961), una anomalia nella temperatura della città o di sue parti, che comporta un differenziale termico significativo tra l'area urbana e quella rurale circostante, che può diventare molto marcato soprattutto d'inverno nelle temperature minime e, con maggiori disagi, nelle massime in estate.

Rilevamenti e studi sul campo confermano un differenziale medio tra città e aree rurali circostanti di 1-2 °C che sale a 5-6 °C nel periodo estivo fino a superare i 10 °C in presenza di eventi estremi come l'**onda di calore** del 2003, che colpì soprattutto le città, con gravi conseguenze sanitarie.⁵ Allo stesso tempo, nelle aree urbane si riduce il differenziale termico tra la temperatura diurna delle ore centrali e quella notturna, peggiorando nel periodo estivo il confort climatico. Più controverso è l'effetto sul microclima urbano della presenza di edifici più alti e tra loro addossati (**effetto canyon**), che in generale aumentano l'ombreggiatura, anche se, ostacolando la circolazione dell'aria (mescolamento atmosferico), tendono a trattenere più a lungo gli inquinanti e ad accentuare i riflessi multipli di luce ed energia.

Il fenomeno dell'**isola di calore** è da tempo oggetto di analisi specifiche. Ne sono esempio due indagini condotte sull'area urbana di Bologna negli anni 2001 e 2008.⁶ La prima ha quantificato l'entità delle differenze di temperatura tra le diverse zone all'interno dell'area urbana e tra l'area urbana e l'area rurale circostante. Le misure hanno riguardato sia il periodo estivo che quello invernale. La seconda ha affrontato la problematica anche in termini di variabilità spaziotemporale degli indici di benessere bioclimatico, in particolare della temperatura apparente.

⁵ Sono noti i tragici effetti rilevati soprattutto in Francia.

⁶ Bonafè, 2005; Zauli Sajani et al. 2008.

Altre campagne di rilevamento sono state condotte a Trento (2005)⁷ e sempre nell'area Mediterranea ad Atene (2001 e 2006).⁸

Sebbene sia opinione condivisa, proprio in virtù del fenomeno dell'isola di calore, che l'impatto del cambiamento climatico sarà più evidente per la popolazione residente all'interno delle aree urbane, rimane oggetto di dibattito scientifico se l'entità del fenomeno dell'isola di calore sia destinata ad aumentare in relazione ai cambiamenti climatici attesi. Questo aspetto è di grande rilevanza e verrà affrontato, anche in relazione a diversi scenari di sviluppo urbanistico, proprio nell'ambito del progetto *Urban Heat Island UHI*, guidato dall'Agenzia Regionale Prevenzione e Ambiente (ARPA) dell'Emilia-Romagna.⁹

5. La mappa microclimatica urbana.

La definizione del PAES si fonda sul puntuale rilevamento dei dati necessari a descrivere il quadro conoscitivo dei consumi finali, sui quali si fondano le azioni di efficienza e risparmio energetico per la riduzione delle emissioni. Più complesso è il rilevamento delle serie di dati necessarie a ricostruire lo specifico andamento termico nelle aree urbane. La messa a punto di azioni di adattamento presuppone, infatti, la conoscenza delle dinamiche climatiche urbane.

Il cambiamento climatico e il *global warming* determinano effetti molto differenziati nelle aree urbane, in particolare in quelle più estese e dense. La latitudine, l'altezza sul livello del mare, la presenza di un fiume, la vicinanza o meno dal mare o da grandi specchi d'acqua, la conformazione geomorfologica del luogo insediato, lo stato della vegetazione circostante, sono alcune delle componenti naturali che concorrono a determinare il microclima della città. Ci sono poi le componenti artificiali, che determinano ulteriori e più complesse dinamiche. L'estrema variabilità morfologica delle aree urbane, comporta sensibile discontinuità delle temperature tra le diverse parti della città nelle diverse stagioni.

Si tratta dunque di affrontare un problema di conoscenza, che richiede una strumentazione idonea a ricostruire gli elementi descrittivi di un fenomeno complesso, quello delle temperature e del clima nelle aree urbane. Si tratta di rilevare lo stato di fatto, ricostruire modelli, prospettare tendenze al fine di simulare e misurare l'efficacia delle azioni.

Una delle principali difficoltà sta nella variabilità del fenomeno, non solo legata all'andamento stagionale, ma alla presenza di volumi edificati e aree libere, che combinano in modo diverso le componenti microclimatiche (temperatura, umidità relativa, ventosità,...). Altri elementi sono costituiti dalla presenza di attività umane che contribuiscono ad alterare il microclima, così come i materiali coi quali sono costruiti edifici, piazze, strade. Ovviamente altri elementi condizionanti sono le aree verdi, l'orientamento e il profilo degli edifici.

Per definire efficaci misure di adattamento è quindi importante costruire una mappa dinamica degli andamenti meteo-climatici dell'area, ovvero realizzare la caratterizzazione bioclimatica del territorio urbano. **Mappe bioclimatiche** sono utili non solo per gli interventi in area urbana, ma anche per contesti territoriali più ampi. Sarà inoltre necessario disporre di proiezioni nel tempo dei cambiamenti in corso, per disporre di scenari di riferimento per la pianificazione. I

⁷ C. Lora, M. de Franceschi, M. Sitta, D. Zardi, Determinazione dell'effetto isola di calore urbana in una città alpina. XXX° Convegno IDRA 2006.

⁸ Santamouris e colleghi (2001) tramite l'uso di 30 stazioni meteorologiche e misurazioni specifiche nel centro di Atene hanno rilevato livelli di isola di calore anche superiori a 10 °C durante il giorno e fino a 5 °C nella notte. Kassomenos e Katsoulis (2006) rilevano un forte effetto isola di calore per un terzo dei giorni, che si attiva nel pomeriggio e risulta più forte in condizioni di bassa umidità e cielo sereno.

⁹ Vedi Scheda Progetto.

cambiamenti climatici sono un fenomeno dinamico, che non si è esaurito, ma andrà evolvendosi ed accentuandosi nei prossimi anni.

Anche gli interventi di area vasta, necessari a proteggere ambienti e manufatti o a modificare politiche urbanistiche e insediative, richiedono uno studio delle condizioni climatiche specifiche dell'area vasta, inserita nelle più ampie dinamiche regionali e continentali.

A differenza di quanto è richiesto dal Patto dei Sindaci per la mitigazione ed è possibile fare con gli strumenti disponibili, non ci sono specifici indicatori numerici per misurare gli esiti. Tuttavia la mappatura microclimatica della città consente di verificare gli andamenti delle temperature e assumere tale indicatore come parametro utile a misurare l'efficacia delle azioni di adattamento finalizzate a ridurre la temperatura delle città e in particolare il fenomeno delle isole di calore.

6. **Gli ambiti di intervento.**

Il quadro dei fenomeni meteo climatici, che determinano impatti consistenti nelle città, è complesso e riguarda diverse matrici naturali, artificialmente modificate nelle aree urbanizzate e che quindi si comportano in modo difforme dalle "normali" dinamiche. Preparare i territori e realizzare **città resilienti** al *climate change* e agli altri cambiamenti socio-economici del nostro tempo, significa individuare, come per le azioni di mitigazione, ambiti specifici di intervento, adottando le misure più idonee a conseguire specifici **obiettivi** di:

- protezione dei cittadini, delle infrastrutture, dei servizi e delle residenze dagli impatti del *climate change*;
- assicurare confort climatico e qualità urbana nelle abitazioni e negli spazi pubblici;
- concorrere a ricostruire un rapporto meno conflittuale tra artificialità della città e il suo contesto naturale storicizzato;
- rendere coerenti e quindi efficaci gli interventi di adattamento e di mitigazione, moltiplicandone l'efficacia;
- cogliere nelle azioni di adattamento le opportunità per migliorare il governo dello sviluppo urbano sostenibile e l'uso responsabile delle risorse naturali;
- utilizzare la spinta al cambiamento per corregger meccanismi non sostenibili di sviluppo e rafforzare la coesione sociale.

Gli ambiti di intervento prioritari per definire azioni, progetti e misure coerenti con gli obiettivi indicati, si possono così sintetizzare:

- **pianificazione territoriale**: uso del suolo e governo del territorio su area vasta;
- **prevenzione, riduzione e gestione della vulnerabilità** del territorio: assetto idrogeologico;
- **pianificazione urbanistica**, sistemi insediativi, edifici: confort climatico della città pubblica;
- **ciclo idrico** in ambito urbano, conservazione della risorsa e sua qualità;
- **verde urbano** multifunzionale;
- **servizi socio-sanitari** e protezione civile.

In queste macro aree tematiche di intervento è possibile produrre sia la valutazione analitica e puntuale dei fenomeni, attraverso specifici indicatori, che la concreta definizione delle azioni, con le quali integrare il piano d'azione locale (PAES).

7. **Pianificazione territoriale e governo del territorio.**

Parte rilevante degli impatti del *climate change* sulla città dipende dal suo contesto territoriale e in questo vanno inserite le azioni di adattamento, concepite in via prioritaria come preventive.

Una prima misura fondamentale è la **limitazione dell'uso di suolo a fini insediativi**. Il consumo di una risorsa finita e fondamentale va ridotto, analogamente a quanto si deve fare per le emissioni. Oltre alla limitazione quantitativa è bene definire standard di **miglioramento qualitativo ambientale del suolo urbanizzato** e di quello destinato a impieghi produttivi. Particolare attenzione va posta alla produzione agricola, anche al fine di ripensare in termini nuovi il rapporto tra città e aree rurali.

Nelle aree fortemente antropizzate, caratterizzate dalla dispersione urbana, il **superamento dei confini amministrativi comunali, per una pianificazione integrata e condivisa**, è altra azione decisiva, per ridurre le forti dinamiche di *sprawl* esistenti. Campagne sempre più insediate, borghi rurali trasformati, aree produttive collocate senza apparente logica costituiscono l'origine delle molteplici interferenze che si producono tra sistemi naturali storicizzati e consumo di suolo.

Va evitato l'utilizzo di suoli instabili o soggetti a esondazioni, per insediamenti che possono provocare significative modificazioni nella dinamica del reticolo idraulico, rese più imprevedibili dal cambiamento climatico. Le mappe che censiscono gli assetti geologici e idraulici del territorio vanno costantemente aggiornate, perché con il clima cambia il comportamento dei suoli sollecitati dagli eventi atmosferici più intensi. I vincoli idrogeologici di inedificabilità, troppo spesso ignorati o banalizzati, costituiscono un riferimento necessario alla pianificazione resiliente.

Sempre alla scala territoriale di area vasta va adottato il principio **dell'invarianza idraulica** delle attività e degli insediamenti e può essere più efficacemente applicata la loro **compensazione ecologica**. Rafforzare le azioni di **governo del reticolo idraulico minore** anche nella sua funzione di sistema scolante.

Anche le attività agricole e le relative infrastrutture, soprattutto quelle destinate all'irrigazione e al mantenimento del controllo idraulico (bonifiche e reti irrigue), richiedono una attenta valutazione circa lo stato delle opere, la loro funzionalità, la compatibilità dei cicli produttivi con la tutela degli ecosistemi e delle aree urbanizzate. Il presidio del territorio e la multifunzionalità dell'agricoltura, anche in questo ambito, vanno salvaguardati e potenziati.

I PTCP sono uno strumento importante per orientare le politiche di governo del territorio in termini di limitazione degli insediamenti nelle aree rurali, per favorire il controllo dell'uso del suolo.

8. Gestire la vulnerabilità territoriale.

Moltissime città e paesi italiani si trovano comunque, per storia più o meno recente, in situazioni di forte vulnerabilità accentuata dal cambiamento climatico. L'abusivismo, l'assenza di regole, il mancato rispetto delle norme e delle conoscenze nel tempo tramandate, i condoni, gli scarsi controlli e l'instabilità delle leggi hanno prodotto città brutte e caotiche e insediamenti più fragili.

Le azioni di adattamento da mettere in campo in questi casi riguardano:

- la manutenzione ordinaria del suolo per la stabilità dei versanti, con tecniche di ingegneria naturale, evitando una forzata strutturazione che irrigidisce il territorio;
- la realizzazione di idonee opere di contenimento e stoccaggio dell'acqua ove necessario e non in contrasto con le dinamiche di bacino;
- delocalizzare manufatti troppo esposti al rischio, soprattutto quelli abusivamente costruiti, attraverso azioni di ri-pianificazione e compensazione;

- la tutela della costa urbanizzata dai fenomeni erosivi, limitando i manufatti di protezione artificiale, favorendo il riporto di materiale solido dai fiumi;
- il ripristino dello strato di sostanza organica nei suoli, contrastandone l'impoverimento;
- la riorganizzazione dell'attività agricola sostenibile, riconoscendo e valorizzando la sua funzione ambientale.

L'imprevedibilità degli eventi meteorologici estremi connessi al cambiamento climatico impone di ridefinire, attraverso studi appropriati, le mappe del rischio idraulico, le linee di esondazione naturale dei corsi d'acqua, ripristinando ove possibile la funzionalità delle relative aree, recuperando flessibilità e resilienza territoriale.

9. Urbanistica per l'adattamento.

Suolo, aria e acqua sono matrici naturali egualmente sollecitate dal cambiamento climatico e dai suoi specifici effetti nelle città.

In via prioritaria le azioni in materia urbanistica finalizzate all'adattamento e con significativi coerenti esiti anche per la mitigazione, dovrebbero puntare:

- alla limitazione dell'espansione urbana, riducendo la **dispersione insediativa** (*sprawl*);
- al **riuso delle aree** produttive dismesse e bonificate (*brown field*);
- alla **riqualificazione del patrimonio edilizio** esistente, ove non interferisca con la sicurezza dell'insediamento, aumentandone l'**albedo**.¹⁰

Eliminare lo *sprawl*, compattando la città e riqualificandola richiede norme, risorse, consenso ovvero una politica nazionale per le città. Preliminare ad ogni nazione è la dotazione di aggiornati strumenti di pianificazione urbanistica, per ripristinare regole, obiettivi e strumenti per il governo del suolo urbano. Altro punto fondamentale è il disaccoppiamento tra risorse finanziarie pubbliche, prodotte dallo sfruttamento del suolo a fini insediativi (oneri di urbanizzazione e ICI), e entrate dei bilanci comunali.

L'aumento delle temperature estive richiede interventi non solo sugli edifici, per ridurre il ricorso alla climatizzazione artificiale, ma sul complesso urbano nel quale gli edifici sono inseriti. La **riqualificazione energetica dei sistemi urbani** e non del solo edificio è un obiettivo multiscopo di politica pubblica coerente con il risparmio di energia, la riduzione delle emissioni di gas serra e l'adattamento.

Per migliorare il confort climatico e "raffrescare la città" in estate è necessario predisporre opportuni interventi per aumentare l'**albedo**, ovvero la capacità delle superfici di riflettere l'energia, quando e dove serve.

Le azioni sull'albedo urbana comportano lo studio e l'intervento sugli edifici interessati e le aree circostanti, con particolare attenzione per lo spazio pubblico. Le pavimentazioni delle strade, delle piazze, l'assetto delle aree verdi, i grandi complessi edilizi pubblici sono gli oggetti essenziali per azioni coordinate e convergenti, per la riduzione delle componenti la struttura urbana, più capaci di interagire con le alte temperature della città.

Nelle nuove edificazioni non mancano tecniche costruttive idonee a integrare mitigazione e adattamento come nelle case passive o con l'applicazione di materiali idonei a ottenere un elevato grado d'isolamento termico, estivo e invernale, o attraverso la realizzazione di doppie superfici che consentono la aerazione naturale di edifici alti, che possono sfruttare una maggiore

¹⁰ L'albedo indica il *potere riflettente* di una superficie. Nello spazio urbano significa ridurre l'accumulo di energia attraverso le superfici degli edifici e degli spazi pubblici pavimentati, riflettendola in maggiore misura e in modo stagionalmente variabile.

ventilazione data dall'altezza. Più complessa, ma certo più efficace e necessaria è l'azione sull'esistente.

La città italiana presenta, su questi aspetti strutturali, una specifica problematica connessa ai suoi **originari contesti storici**, che vanno preservati nella scelta dei materiali e delle tecniche di intervento. Non si tratta solo di rispettare vincoli formali, ma di recuperare, nella ricerca dei materiali e nella progettazione degli interventi, tecniche e saperi tradizionali, opportunamente combinati con le innovazioni della tecnologia disponibile.

Anche nella **riqualificazione climatica** e non solo energetica della città, si pone una sfida alle competenze professionali di tecnici e progettisti, relativa alla città del Novecento e in particolare di quella parte della città italiana costruita nel secondo dopoguerra, spesso senza regole, con scarse risorse e mediocre qualità tecnica. L'innovazione architettonica e tecnologica e una adeguata strumentazione normativa, regionale e comunale, possono concorrere a recuperare qualità urbana e non solo edilizia. Aspetti urbanistici ed edilizi vanno insieme regolati al fine di sostenere la qualità della progettazione, con regole più semplici e una maggiore attenzione ai risultati del progetto, agendo sull'orientamento degli edifici, sul loro *rapporto di forma*, sulla dotazione dei servizi di prossimità, sull'organizzazione del verde pertinenziale, uscendo dagli schemi della lottizzazione privata e agendo, a scala di comparto, con specifici piani clima particolareggiati tematici.

L'aspetto energetico offre vari ambiti di intervento, come nell'organizzazione della risposta al fabbisogno termico nei comparti residenziali, da alimentare con lo stesso impianto a rete centralizzato di trigenerazione.

Formidabili moltiplicatori degli effetti del riscaldamento delle città sono le infrastrutture per la mobilità, di solito con pavimentazioni in asfalto, e la sua organizzazione dominante nel modello urbano italiano. L'auto e in generale i veicoli endotermici favoriscono, l'inquinamento e il maggiore riscaldamento della città, soprattutto nelle aree più dense e con minore ventosità.

10. Il ciclo idrico

Gli eventi meteorici estremi mettono in vario modo alla prova la città. In alcune aree la quantità media delle precipitazioni si riduce e si concentra nel tempo con maggiore intensità dei fenomeni. L'impermeabilizzazione del suolo, dovuta agli insediamenti e alle pavimentazioni dello spazio pubblico, lo snaturamento del reticolo scolante minore, la struttura del sistema fognario, quasi ovunque promiscuo, comportano una velocizzazione delle onde di piena e la canalizzazione in breve tempo di grandi quantità d'acqua. Questo comporta il più frequente collasso del sistema fognario e degli impianti di depurazione collegati. Gli allagamenti disperdono gli inquinanti resi e danneggiano le abitazioni.

Speculare è la penuria di precipitazioni che comporta il ricorso a sorgenti e a falde meno generose e più sovente compromesse. Tutte le risorse disponibili vanno monitorate e governate secondo un rigoroso bilancio idrico di bacino, preservando qualità e quantità della risorsa e regolandone tutti gli usi. Anche in questo caso l'uso responsabile della risorsa consente di combinare insieme minori sprechi di energia per il ciclo idrico, quindi minori emissioni, con la necessità di conservare la risorsa. Le azioni più opportune sono:

- riduzione della **impermeabilità dei suoli**, sia contenendo l'urbanizzazione sia adottando tecniche di pavimentazione coerenti con il mantenimento di valori significativi dell'**indice di permeabilità**;

- organizzare gli edifici e le aree urbane con vasche per lo **stoccaggio delle acque meteoriche**, al fine di trattenere il loro deflusso, destinandole poi a usi diversi da quelli igienici (irrigazione, lavaggio auto, wc,...);
- realizzazione di **sistemi fognari duali** (acque nere e chiare distinte);
- rafforzare gli investimenti nelle opere necessarie a migliorare **l'efficienza delle reti idriche** a uso domestico;
- ripristinare **l'inerzia idraulica del territorio e la funzionalità del sistema scolante**, con l'aumento delle aree verdi e una puntuale manutenzione dei corsi d'acqua naturali e artificiali;
- rallentare il ruscellamento, **favorire l'assorbimento e il deflusso naturali** anche attraverso i tetti verdi.

11. Il verde urbano

Il verde urbano nel clima della città che cambia richiede un approccio scientifico e professionale sia nella sua progettazione che nella manutenzione. Non basta piantare alberi e seminare prati. In primo luogo vanno ridefinite le relazioni tra aree agricole e aree verdi periurbane, anche con riferimento ai costi di manutenzione e alla funzionalità complessiva del sistema. La *green belt*, la cintura verde che costeggia un fiume o un torrente che lambisce la città o più direttamente la realizzazione di fasce boscate o il ripristino di boschi storici, non devono essere opere isolate, ma parte di un sistema di verde urbano multifunzionale.

La realizzazione di aree verdi consistenti, oltre alla cattura di CO₂, possono concorrere a sviluppare la **funzione termoregolatrice del verde urbano**. Inoltre, la produzione di biomassa legata alla coltivazione e manutenzione delle essenze, può costituire un contributo all'impiego energetico di tale risorsa rinnovabile.

Per aumentare l'efficacia del verde urbano in termini di confort climatico, ovvero di aumento dell'albedo della città e di riduzione delle temperature estive, grazie all'ombreggiamento, la fascia boscata dovrebbe essere parte di una rete verde che colleghi aree più o meno ampie, come boschi, parchi e giardini, o le stesse aree agricole, con viali, siepi e altre strutture verdi, di consistenza appropriata.

La funzione microclimatica e multifunzionale del verde urbano può essere infatti esaltata da:

- **alberature e siepi** non più solo decorative, parte dell'arredo urbano, opportunamente studiate nei loro comportamenti stagionali al fine di consentire assorbimento di energia d'inverno e sua riduzione d'estate;
- **verde pubblico e privato** parte di un sistema che favorisce il trattenimento degli inquinanti e quindi da porre con cura in particolare ai bordi delle strade;
- **tetti verdi** in grado di favorire l'inerzia termica e lo sfasamento termico, migliorando l'isolamento degli edifici, estivo e invernale, l'assorbimento idrico e il rallentamento del deflusso delle acque meteoriche;
- **giardini verticali e pareti verdi** negli edifici.

Il verde urbano va sempre più considerato come bene e spazio comune, la cui coltivazione e manutenzione, nonché la sua fruizione, possono promuovere condivisione, socialità, coesione e responsabilità gestionale diretta da parte dei cittadini. Emblematico è l'esempio degli orti di città e dei giardini comuni. In tale prospettiva il verde stimola la dimensione sociale della sostenibilità nell'adattamento. Anche il verde privato può diventare parte di un progetto comune di sua valorizzazione multifunzionale.

L'approccio tecnico e professionale nella progettazione e gestione del verde urbano è necessario anche per evitare i rischi, potenzialmente maggiori in presenza di significative modificazioni microclimatiche, di un incremento delle emissioni biogeniche (BVOC – *Biogenic Volatile Organic Compounds*).

Scheda specifica

12. I servizi sanitari

Tra le diverse conseguenze del cambiamento climatico, grande attenzione è stata posta dagli organismi internazionali agli aspetti sanitari, con particolare riguardo alle fasce più esposte della popolazione. Per l'area Mediterranea e le nostre città significa mettere a fuoco le interazioni prodotte dalla modifica delle condizioni meteo climatiche, da quelle ambientali e sociali.

Gli impatti sanitari riguardano gli effetti delle alte temperature su persone affette da patologie cardiocircolatorie e respiratorie, la maggiore concentrazione degli inquinanti, l'aumento di specifici componenti potenzialmente dannosi (ozono, pollini).

La combinazione del riscaldamento urbano e delle condizioni ambientali generali della città, con l'azione di vettori di varia natura, sociali e naturali, sviluppa la diffusione di malattie tropicali o ripropone malattie sradicate.

L'integrazione della pianificazione climatica con il **Piano per la salute** locale e i servizi più direttamente coinvolti è una delle azioni più urgenti da assumere. I servizi socio-sanitari vanno adeguati alla necessità di dare risposte a domande impreviste, a partire dai sistemi di monitoraggio, prevenzione, allerta e pronto intervento per la gestione delle emergenze.

Vanno previste azioni mirate verso le categorie a rischio, bambini e anziani in primo luogo, anche attrezzando gli spazi urbani per offrire confort nei momenti di maggiore intensità dei fenomeni e adeguata informazione sulle più opportune misure personali da adottare.

Per fare fronte ai ricorrenti eventi estremi è inoltre necessario assicurare la piena funzionalità del sistema generale e locale di protezione civile, con un approfondimento circa le situazioni di emergenza connesse al cambiamento del clima.

13. L'agenda 21 per Città resilienti

Gli strumenti e le prassi dell'Agenda 21 sperimentate con successo in Europa e in Italia sono un valido supporto anche nell'elaborazione dei Piani d'azione per l'energia e il clima (PAESC). I principi sono analoghi:

- impegno diretto delle comunità urbane a gestire il cambiamento e gli obiettivi;
- dimensione ambientale e sociale della qualità dello sviluppo, che richiede adeguamenti strutturali, ma soprattutto organizzazione socio-economica e culturale coerenti;
- approccio scientifico e base conoscitiva della situazione socio-ambientale aggiornata al fine di misurare gli effetti delle azioni assunte;
- chiarezza e condivisione delle strategie per una piena responsabilizzazione dei diversi soggetti;
- percorsi partecipativi effettivi per la scelta degli obiettivi, delle azioni e dei progetti da realizzare.

Anche per le strategie di adattamento, ovvero per **costruire città e territori resilienti**, essenziale è la dimensione locale degli interventi collocata in una visione politica e programmatica di area vasta. Gestione e uso del territorio e del suolo, ciclo idrico, vulnerabilità idrogeologica, sistemi di allertamento e intervento, implicano relazioni di prossimità tra sistemi urbani e territoriali.

Come il piano d'Azione locale previsto dalle Agende 21 stimola la gestione integrata dell'ambiente urbano così i PAESC propongono l'integrazione tra azioni di mitigazione e di adattamento, che a volta possono coincidere nella pianificazione e negli interventi puntuali.

C'è poi una diretta correlazione tra interventi strutturali e interventi gestionali e organizzativi della comunità, che comportano un cambiamento culturale non solo tecnico, spesso più fattibile e meno costoso, ma a volte più complesso.

Per questo la partecipazione informata dei cittadini alle scelte e alle azioni è la leva indispensabile, che bene si combina con il percorso di un' **Agenda 21 per l'adattamento**.

14. Indicatori

In assenza di linee guida tecniche e di specifici indicatori riconosciuti per misurare le azioni di adattamento, a differenza di quanto proposto dal Patto dei sindaci per la mitigazione, che vede l'indicatore sintetico della riduzione di CO₂ quale parametro di riferimento per misurare il raggiungimento dei target del PAES, si suggeriscono alcuni indicatori integrativi, per definire obiettivi di adattamento verificabili e comparabili.

- consumo di suolo mq/ab
- verde urbano multifunzionale mq/ab
- indice di permeabilità dei suoli
- temperatura massima puntuale
- numero di giornate con superamento limiti Ozono
- consumi di acqua per abitante
- consumi di acqua per uso irriguo (agricoltura) e nei processi industriali

SCHEDA

Scheda Mappa climatica CNR Firenze.

Scheda isola di calore e Progetto UHI

Scheda verde urbano (LAND)

Scheda PTCP Provincia Modena

Scheda Comune di Ferrara